土壤病原生態與防治研討會專刊 103～112, 1991

Phytophthora citrophthora 及 *P. nicotianae* 引起的番荔枝果實疫病

黃櫶昌　呂麗華　李惠鈴

台東市台東區農業改良場作物環境課

摘　要

黃櫶昌、呂麗華、李惠鈴 1991 *Phytophthora citrophthora* 及 *P. nicotianae* 引起的番荔枝果實疫病　植保會刊 33:103～112

由 *Phytophthora citrophthora* 及 *P. nicotianae* 引起的番荔枝果實疫病分別於 1990 年 1 月及 10 月間首先在台東被發現，果實被害時開始出現紫黑或褐黑斑塊，被害果肉組織變成淡褐～黑褐色，5 至 6 天後全果變黑並木乃伊化。*P. citrophthora* 爲 A^1配對型，最低、最適、最高生長溫度各爲 10 、 26 及 33℃，胞囊卵形或檸檬形，非脫落性，平均 45.5 × 30 μm，具明顯乳頭狀突起，但經常變形，游走子感染無傷口果實的最低濃度約 3.3～8.8 × 10^2 spores/0.2 ml。由其引起的黑變病，目前僅零星發生於 10 月至翌年 1 月間。*P. nicotianae* 胞囊寬卵形，平均 37 × 30 μm，具明顯乳頭狀突起，菌絲最低生長溫度約 10 ℃，最高溫度超過 37℃，其於田間發生比例低於 *P. citrophthora.*。以 58% 鋅錳滅達樂可濕性粉劑 400 倍或 76.5% 銅滅達樂可濕性粉劑 1,000 倍處理果實，可有效防止 *P. citrophthora* 的感染，但病斑出現後，所有供試藥劑均無法抑制病斑擴展。

（關鍵字：番荔枝、果實病害、疫病菌）

緒　言

番荔枝（*Annona squamosa* L.）屬番荔枝科（Annonaceae），英名 sweet sop 或 sugar apple，俗稱番荔枝，爲本省近十餘年來新興的經濟果樹，目前全省栽培面積逾 5,000 公頃，而僅台東地區即近 3,500 公頃，已成爲該地區最重要的經濟果樹[2,12]。有關番荔枝果實病害，以往研究不多，報告散見於澳洲及印度[8,9,10,13,16,18]。而可以造成果實黑變的病原經記錄者有 *Phomopsis anonacearum* Bondartzeva-Monteverde、*Phytophthora palmivora* Butler、*Botryodiplodia theobromae* Pat.、*Glomerella cingulata* (Stonem.) Spauld. & Schrenk var. *minor* Wr.[8,9,11,12,17]。台東地區栽種的番荔枝近幾年來果實黑變的現象日益普遍，經筆者等近一年來全面調查，已初步證實數種病原眞菌可導致番荔枝果實黑變[4]，其中一種經鑑定爲 *Phytophthora citrophthora*（Smith & Smith）Leonian，另一種則爲 *P. nicotianae* Breda de Haan（Syn. *P. parasitica* Dastur），此二種引起的黑變病初步命名爲果實疫病，本文報告本病病徵、發生季節、病菌特性及其防治。

材料與方法

病原菌來源

於1990年1月間，1990年7、8、10月間，分赴台東地區各處番荔枝園採集全部或局部變黑果實，攜回室內記錄各樣品的黑變情形後，以75%酒精擦拭果實表面，剖開果實，切取鱗目或果肉褐變前緣小塊組織，移入水瓊脂平板上，於室溫下經3～4天，待菌絲長出後，切取菌絲頂端移入PDA斜面上培養，原來的水瓊脂平板則繼續保留，經4～5天分別鏡檢PDA斜面上及水瓊脂平板上的菌體，由菌絲形態及在水瓊脂上產生胞囊的情形，選出屬於*Phytophthora*的菌株10個，這些菌株經移入含5% V-8果菜汁、0.02% $CaCO_3$、50 ppm mycostatin、100 ppm ampicillin、10 ppm PCNB（pentachloronitrobenzene）及2% Bacto agar的選擇性培養基平板上純化培養後，均移至10% V-8洋菜培養基斜面上保存備用[6]，並分別編列代號爲PA1～10，其中PA1～9等9個菌株後來經鑑定證實爲*P. citrophthora*（Smith & Smith）Leonian，PA10則爲*P. nicotianae* Breda de Haan（*P. parasitica* Dastur）。本研究中供試的其它*Phytophthora*菌株—*P. cinnamomi* PC97、CV64F，*P. parasitica* P991、P731, *P. citrophthora* PCC 9～10（分自柑桔）由安寶貞博士提供，*P. palmivora* PP1則由筆者分自嘉德利亞蘭罹病葉片。

病原菌鑑定

將供試的*Phytophthora*菌株PA1、PA2、PA3、PC97、PCC9-10及P991培養於20% V-8洋菜培養基平板，28℃下三天後，以打孔器打下直徑0.5 cm的新鮮菌絲塊，置於20% V-8洋菜培養基平板上，分別放入8、10、12、16、20、24、26、28、30、32、33、34、37℃的定溫培養箱，每24小時測量各菌株菌絲生長直徑並觀察菌落形態，至第7天爲止。促使胞囊（sporangia）產生時，則將菌株培養於10% V-8洋菜培養基平板上，長滿後切成一平方公分以下的小塊，分置於培養皿內，倒入無菌水浸洗培養基的養分，連續換洗三次，每次10～20分鐘，最後再倒入少許無菌水，使水面剛好與菌絲塊高度平，放於28℃定溫箱中照光1～2天。欲使胞囊釋放游走子時，則將長有胞囊的菌絲塊放入15℃的定溫箱中30分鐘，取出後置於室溫（26～28℃）中15～30分鐘，將菌絲塊切成薄片後，於光學顯微鏡下觀察菌絲、厚膜胞子（chlamydospores）、胞柄（sporangiophores）、胞囊及游走子（zoospores）的形態及大小[1,15]。鑑別其有性繁殖特性時，則將PA1、PA2及PA3菌株在10% V-8培養基上培養6天，而後以polycarbonate membrane法，與配對標準菌株P991(A^1)、P731(A^2)或PC97(A^1)、CV64F (A^2)配對，在24℃無光照下培養6天後，鏡檢有性器官產生情形[6,7,16]。

接種試驗

以菌絲塊接種番荔枝無傷口果實及葉片時，供試菌株均培養於20% V-8培養基上，經2～3天後打取直徑0.5 cm的菌絲塊，貼置於經75%酒精表面消毒的果實、葉背或葉面，覆上濕棉球，並以膠帶固定，封於塑膠袋中；如行果實傷口接種，則將果實挖一5×5×4 mm洞，塞入同等大小的菌絲塊，將挖出的組織塊塡回，放入含濕棉球的塑膠袋中，定時比較各菌株致病的情形。以游走子接種時，則如上述方法製備PA1濃厚游走子懸浮液（6.5×10^4 spores/ml），取0.05 ml分別滴於番荔枝葉面及葉背，或以小型噴霧器噴於葉背、葉面，放於含濕棉球的塑膠袋中；接種果實時，則將PA1、PA2、PA3的濃厚游走子懸浮液（1.1～3.5×10^5 spores/ml），以無菌水做5倍系列稀釋，將不同濃度的游走子懸浮液0.2 ml分別滴於番荔枝果實鱗溝，去柄及不去柄果蒂處，封於含濕棉球的塑膠袋中，比較各接種處理發病情形。

防治試驗

選擇54種殺菌劑—70%普拔克（Previcur-N）S、25%撲克拉（Sportak）EC、25%依得利（Terrazole）EC、50%大克爛（Dicloran）WP、80%免得爛（Mitram）WP、40%亞納銅（Yonepon）WP、56%氧化亞銅（Cuprous oxide）、35%護粒丹（Hinodan）WP、58%鋅錳滅達樂（Ridomil-MZ）WP、77.5%嘉賜銅（Kasuran）WP、50%益發靈（Euparen）WP、25%山陽銅（Sanyol）EC、68.5%鋅銅四氯

丹（Zincofol）WP、65%保粒四氯丹（SN-72802）WP、39%硫酸快得寧（Basic copper sulfate ＋ Oxine-copper）WP、40%銅快得寧（Kinset）WP、63%銅鋅錳乃浦（Mancozeb-Cu）WP、78%鋅錳波爾多（Bordeaux-MZ）WP、80%銅合浦（Macuprax）WP、82%銅錳乃浦（Comac-bordeaux M）WP、77%氫氧化銅（Kocide）WP、72%鋅錳克絕（Curzate-M）WP、50%脫克松（Rizolex）WP、50%撲滅寧（Sumilex）WP、3%殺紋寧（Tachigaren）S、16.5%滅紋（Mon）EC、70%甲基鋅乃浦（Antracol）WP、75%滅普寧（Ba-sitac）WP、70%免得克寧（Ronilan-M）WP、50%依普同（Rovral）WP、50%免克寧（Ronilan）、25%普克利（Tilt）EC、50%福多寧（Mocut）WP、50%蓋克爛（Dicap）WP、70%甲基多保淨（Topsin-M）WP、50%免賴地（Benlate-T）WP、40%快得寧（Quinolate）WP、75%快得保淨（Topsin-M Do）WP、76.5%銅滅達樂（Ridomil-Cupnait）WP、40%亞賜圃（Fuji-One）EC、50%撲克拉錳（Sporgon）WP、25%賓克隆（Monceren）WP、60%得滅寧混合（Sumilex-D）WP、80%福賽得（Aliette）WP、11.76%芬瑞莫（Rubigan）EC、40%腐絕（Mertect）WP、21.2%依滅列（Fungaflor）、12%邁克尼（Systhane）EC、18%貝芬寧混合（Vereor multi）FP、20%得滅多（Denmert）WP、93%硫免賴得（Benlate-S）WP、25%克熱淨（Befran）S、50%貝芬同（Rovral-M）WP及23.7%依普同（Rovral）FP，各藥劑均以無菌水稀釋成慣用的濃度，將直徑0.9 cm的濾紙圓片（Schleicher & Schuell No.321261）浸入各藥劑中，經10分鐘後取出，於無菌操作台中風乾，再將各濾紙圓片均勻貼置於PDA平板上，每平板置不同處理的圓片3片，及僅浸無菌水對照者1片，隨即於平板中央貼置一塊直徑0.5 cm的PA1、PA2或PA3菌株菌絲塊，放入28℃中，經3～4天當菌絲長至不處理對照圓片邊緣時，調查各處理造成的菌絲生長抑制長度，由此選出抑菌效果較佳的藥劑數種，連同數種慣用於疫病防治的藥劑共8種，直接於番荔枝果實上測試各藥劑對黑變病的防治效果，測試時先將去果柄的果實浸入各藥劑稀釋液中10分鐘，撈起後風乾，24小時後將PA1的濃厚游走子懸浮液（7.8×10^4 spores/ml）0.1 ml滴於果蒂處，密封於高濕塑膠袋中，經48小時後每天調查果實黑變程度；另一組則先將游走子懸浮液滴於未經藥劑處理的果實果蒂處，經48小時果蒂處已開始黑變時，將各藥劑稀釋液分別均勻噴灑於發病果實，每24小時調查各處理果實黑變程度。黑變程度分成4級，未發病者為0，黑變面積佔全果1/4以下者為1，1/4～2/4者為2，2/4～3/4者為3，3/4以上者為4，由此換算成各處理的罹病度。

發生調查

於番荔枝夏、冬季盛果期分赴台東各地果園採集局部或全部黑變的果實，如上述方法分離病菌，經接種確定其病原性後，依病菌各項特徵鑑別其種類，同時比較各病菌造成病徵間的差異，及各病菌出現的頻度。

結　果

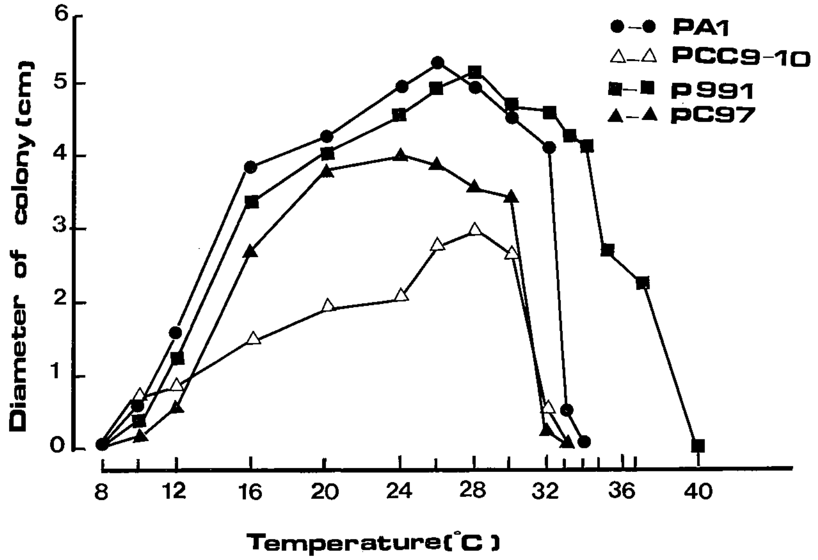
病菌形態與特性

由番荔枝黑變果分離到的10個 *Phytophthora*菌株，有9個菌株（PA1～9）各項形態及特性均類似，其於V-8洋菜培養基上菌落呈細緻放射狀，氣生菌絲稀少，菌絲寬4.5～7.5 μm，胞柄不規則分枝，寬1.8～2.8 μm，分叉處及近胞囊處常見膨大。在V-8洋菜培養基上，除PA4、PA6及PA8產生胞囊較稀少（60倍下每視野10餘個）外，其他菌株均可產生不少胞囊（每視野100～200個），淹水後產生更多，胞囊卵圓形或檸檬形，通常頂生，偶爾間生，大小隨菌株不同而略有差異，以代表菌株PA1為例，約55～35 × 35～22.5 μm，平均45.5 × 30 μm，乳頭狀突起明顯（圖一），在V-8培養基上偶爾出現變形胞囊，淹水過多時，則經常可見長棍棒形、豆形，或具雙乳頭突起的變形胞囊。胞囊非脫落性，經低溫處理後容易釋放出游走子，每一胞囊平均約可放出25個游走子，游走子具二鞭毛，於室溫下經

15～30分鐘後即成靜止子（cysts），靜止子球形，直徑平均約9.6 μm，胞囊在28℃的恒溫中可直接發芽，有時並再長出較小型胞囊。厚膜胞子經常可見，球形，直徑22.5～32.5 μm，平均25.6 μm。PA1、PA2或PA3在V-8培養基上不會產生有性繁殖器官，與*P. cinnamomi*或*P. parasitica*之A^2型菌株配對後均可誘導後二者產生卵胞子（oospores），顯示該三菌株均屬於A^1配對型，但其於配對後產生的有性繁殖器官卻極稀少，僅發現的一個藏卵器（oogonium）淡黃色，直徑20.3 μm，藏精器（antheridium）底著，近球形，直徑約12 μm。該類菌株最適生長溫度約26℃，32℃下生長不差，10℃及33℃下生長極為緩慢，適溫下每天可長15.8～17.4 mm，與分自柑桔的*P. citrophthora*相較，前者生長速度較快，且較耐高溫（圖二）。綜上結果，顯示PA1～9等9菌株應均屬於*P. citrophthora*（Smith & Smith）Leonian。而另一菌株P10，其菌落在V-8培養基上呈不均勻的絨毛狀，氣生菌絲豐富，形成的胞囊寬卵形，40～32.5 × 22.5～32.5 μm，平均約37 × 30 μm，在35℃下生長良好，37℃下亦能生長，經鑑定為*P. nicotianae* Breda de Haan（Syn. *P. parasitica* Dastur）[13,15,21,22]。

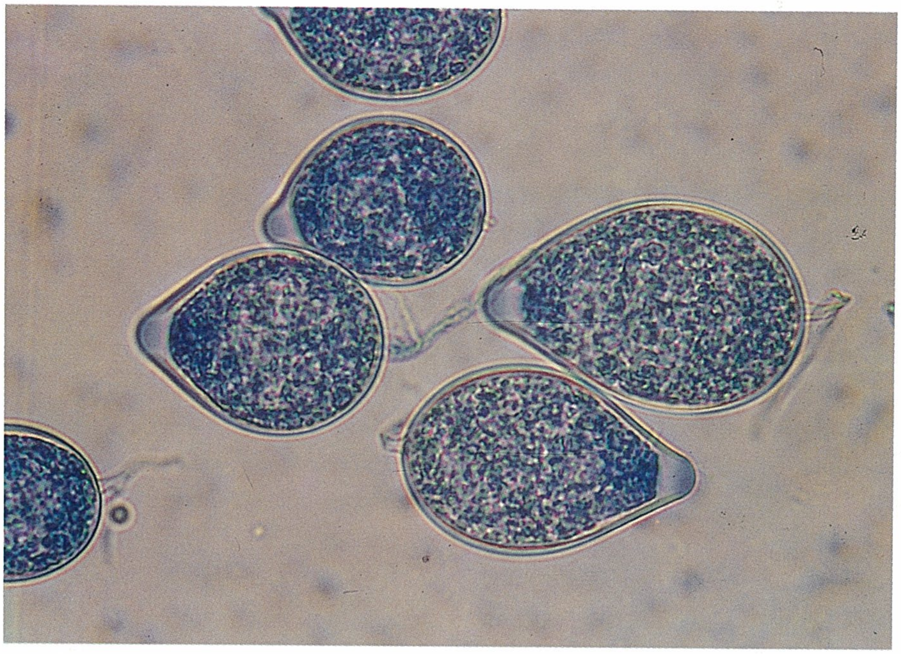
接種試驗

以*P. citrophthora.* PA1.、*P. citrophthora* PCC 9-10、*P. parasitica* P 991、*P. cinnamomi* PC97及*P. palmivora* PP1新鮮菌絲塊接種番荔枝葉背、受傷及未受傷果實均可造成相似的病徵，在葉片上病徵通常於3天後出現，開始為黑褐色水浸狀斑，逐日擴大，濕度低時患部乾枯成褐～暗褐色。在果實上病斑通常於接種後2～3天出現，傷口接種較無傷口接種快，開始時為紫黑或褐黑色斑塊，病部與健部界線不明顯，剖開果實通常可見果肉病部前緣組織為水浸狀淡褐色，後來變成黑褐色（圖三），但也有些樣品的病部前緣為暗褐色，發病果實通常5～6天後整粒變黑，後來木乃伊化（mummified），表面則常滋生白色腐生真菌，軟熟的果肉組織則不會被感染變色。在供試的5個菌株中以PA1及P991致病力最强，PCC9-10、PC97及PP1則略差、接種葉面時一般不易發病，其中以PA1的致病力最强，而PC97

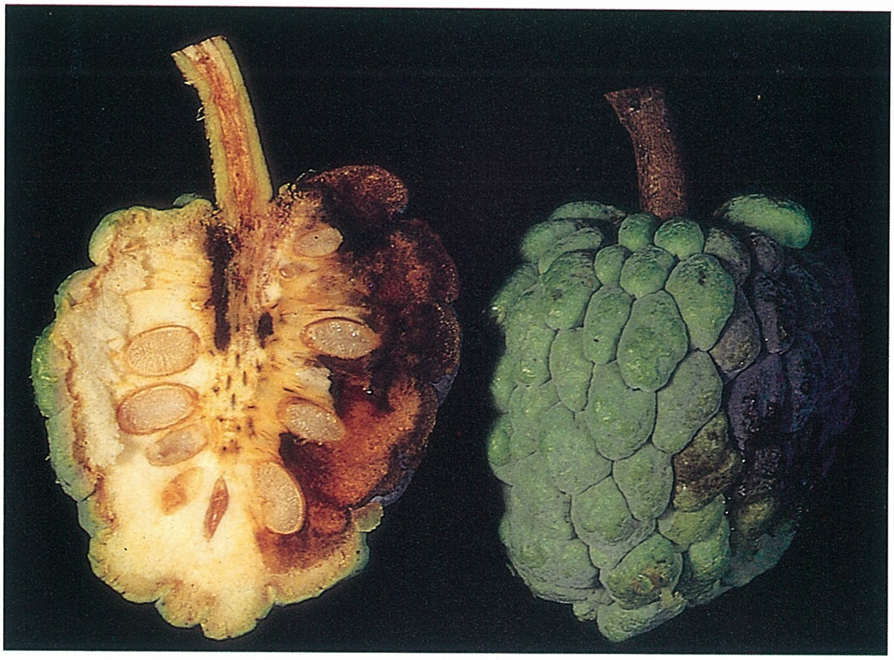


圖二、溫度對不同疫病菌株菌絲生長的影響

Fig 2. Effect of temperature on mycelial growth of different *Phytophthora* species. PA1, *P. citrophthora* from sugar apple; PCC9-10, *P. citrophthora* from citrus; P991, *P. parasitica* from citrus; PC 97, *P. cinnamomi* from camellia. Data were recorded at 72 hr after inoculation on V-8 agar media.



圖一、*Phytophthora citrophthora* 之胞囊
Fig 1. Sporangia of *Phytophthora citrophthora*



圖三、*P. citrophthora* 引起之番荔枝果實疫病病徵
Fig 3. Symptoms of phytophthora fruit rot of sugar apple caused by *P. citrophthora*

最差（表一）。以PA1的游走子接種於葉背時，不論是噴霧或點滴，病斑通常於16～24小時後出現，葉面接種則幾不發病。以PA1、PA2、PA3的游走子接種於去柄果蒂、不去柄果蒂及鱗溝時，去柄果蒂處最易發病，即使胞子濃度在7～15 spores/0.2 ml間，也均可在接種後3～5天出現病徵，7～10天後使全果變黑；自鱗溝處發病的速度較慢，所需最低發病胞子濃度亦較高，通常3.3～8.8 × 10^2 spores/0.2 ml才會致病，病徵於2～3天後出現，5～6天後使全果變黑；自不摘柄的果蒂處接種則最不易發病，其發病所需最低胞子濃度約4.4～14.1 × 10^3 spores/0.2 ml間。

防治試驗

在PDA培養基上，供試的54種殺菌劑中大都對PA1、PA2及PA3菌絲生長沒有抑制作用，或抑制效果不佳，但其中銅滅達樂1,000倍、銅快得寧500倍、硫酸快得寧500倍、鋅錳滅達樂400倍、氫氧化銅400倍及銅鋅錳乃浦500倍卻表現明顯的抑制效果，其對以上三菌株的抑制長度平均依序爲14.0、13.7、13.4、13.3、9.4、9.2 mm。在果實上的試驗，預防病菌侵入感染以58%鋅錳滅達樂WP 400倍效果最優，其次爲76.5%銅滅達樂WP 1,000倍及80%福賽得WP 500倍，當不處理對照果實的罹病度爲98.5%時，經上三種藥劑處理後的果實罹病度依序爲9.8%、39.3%及75.0%（表二），其它藥劑處理與對照組差異不顯著，其中依得利乳劑處理後會導致果實表皮變黑。而如果實發病後再噴灑殺菌劑，則各藥劑均無法顯著抑制病斑擴展。

發生調查

於1990年1、7、8、10月間共計採集調查4次，除1月間局部採集外，其它月份均赴台東番荔枝栽培區全面逢機採集局部、大部或全部變黑的果實，結果自這些可疑病果上有些分不到菌類，有些分到腐生菌，但也分到6類可以導致果實黑變的病原真菌，分別爲 *Botryodiplodia theobromae*、*Colletotrichum* sp.、*Phomopsis* sp.、*Phoma* sp.、*P. citrophthora* 及 *P. nicotianae* [4]。*P. citrophthora*主要出現於1月及10月，但出現頻度不高，於10月間僅佔分出病原菌樣品的6.8%，7、8月間則未曾發現，*P. nicotianae*則僅於10月間自一病變樣品中被分出，出現頻度僅1.1%（表三）。這二種病原菌通常分自果皮有大型紫黑或褐黑色斑塊，果肉組織並變成黑褐色的樣品。

討　論

可以造成番荔枝果實黑變的病原真菌，據國外報告計有4種[12,14,17]，本研究及相關的其它研究則發現6種可以導致果實黑變的病菌，

表一、不同疫病菌菌株對番荔枝果實與葉片之致病力

Table 1. Pathogenicity of *Phytophthora* species to fruits and leaves of *Annona squamosa*[1)]

Isolate	Disease incidence when inoculated on[2)]			
	Lower epidermis	Upper epidermis	Wound fruit	Non-wound fruit
P. citrophthora (PA1)	9/10	5/10	10/10 (10/10)	10/10 (10/10)
P. citrophthora (PCC9-10)	6/10	2/10	10/10 (6/10)	10/10 (4/10)
P. parasitica (P991)	10/10	3/10	10/10 (10/10)	10/10 (10/10)
P. cinnamomi (PC97)	9/10	0/10	10/10 (5/10)	10/10 (5/10)
P. palmivora (PP1)	10/10	2/10	10/10 (6/10)	10/10 (5/10)

1) Inoculations were made with mycelial agar blocks, 10 replications for each inoculation. Data were recorded at 5 days after inoculation.
2) Data represent ratios of diseased fruits or leaves to inoculated fruits or leaves and ratios of completely blackened fruits to inoculated fruit (parentheses).

表二、不同藥劑處理後番荔枝 *Phytophthora* 果實疫病罹病度

Table 2. Disease severity of Phytophthora fruit rot of *Annona squamosa* caused by *P. citrophthora* after treatments with several fungicides[1)]

Fungicide	Disease incidence (%)[2)]		
	3 days after inoculation	4 days after inoculation	5 days after inoculation
40% Previcur-N S (1.3 ml/l)	23.5 c	51.8 b	92.3 d
58% Ridomil-MZ WP (2.5 g/l)	1.5 a	6.3 a	9.8 a
80% Aliette WP (2 g/l)	9.8 b	42.3 b	75.0 c
76.5% Ridomil-Cupnait WP (1 g/l)	1.5 a	20.5 a	39.3 b
25% Terrazole EC (0.4 ml/l)	23.5 c	76.3 c	95.3 d
40% Kinset WP (2 g/l)	31.3 e	82.8 c	100.0 d
80% Mancozeb WP (2.5 g/l)	26.5 cde	78.3 c	100.0 d
40% Mertect WP (0.5 g/l)	25.0 cd	86.3 c	100.0 d
Nontreated control	29.5 de	75.0 c	98.5 d

1) Fruits removed of pedicels were dipped in different fungicides for 10 minutes, and 24 hr later, inoculated with zoospores of *P. citrophthora* PA1 at scars.

2) Numbers are means of four replicates, 8 fruits per replicate. Any two means followed by the same letter are not significantly different at $p = 0.05$ according to DMRT.

表三、*Phytophthora citrophthora*、*P. nicotianae* 及其它果實黑變病菌出現頻度比較

Table 3. Frequency of *P. citrophthora* and *P. nicotianae* isolated from diseased black fruits compared to that of other pathogenic fungi[1)]

	Frequency of isolation (%) in			
	Jan.	July	Aug.	Oct.
P. citrophthora	16.7	—	—	6.8
P. nicotianae	—	—	—	1.1
Botryodiplodia theobromae	83.3	81.3	79.1	14.8
Colletotrichum sp.	—	14.6	16.3	42.0
Phomopsis sp.	—	2.1	4.6	35.2
Phoma sp.	—	2.1	—	—

1) Totals of 20, 91, 127 and 164 suspectable samples were collected in Jan., July, Aug. and Oct. 1990 and pathogenic fungi were isolated from 6, 48, 43 and 88 samples of each sampling respectively.

其中 *P. citrophthora* 及 *P. parasitica* 爲國內外首次報告。

由 *Phytophthora* 所引起的果實疫病，病徵與*Phomopsis* sp.、*Colletotrichum* sp.及 *Phoma* sp.引起者不同，前者病勢發展快速，當果皮變色後，通常果肉組織也同遭病菌感染而變色，5～6天後整果變黑，後三者引起者病勢進展緩慢，通常果皮僅呈現局部黑色斑塊，患處容易龜裂，內部變色通常止於鱗目組織，但與*B. theobromae* 引起者卻極不容易區別，雖然 *Phytophthora*引起者病部前緣通常呈淡褐色水浸狀，而後者則呈暗褐色，與健部間界線較明顯，但病徵常因環境及品種不同而略有改變，如僅就病徵診斷病害種類，並據以推薦防治法，可能會經常誤判，本研究以水瓊脂平板直接行組織分離，*Phytophthora*在其上經3～4天後即長出稀疏的珊瑚狀菌絲，並隨即著生胞囊，與其它病菌相較頗不相同，筆者等依此特性以肉眼鑑別並輔以鏡檢，準確率幾達100%，在其它更快速的鑑別方法未確立前，不失爲可靠的診斷法。

由*P. citrophthora*引起的果實疫病由於以往未曾詳細調查，而果農在疏果時又都將黑變果一併剪除，剪除掉的果實，不論病果或健果，棄置於地上後都會整粒變黑，因此，其實際發生比例如何，造成的損失多大，尚無法確定，但本研究在幾次全面調查中發現，還著生於枝條上的果實，出現類似病徵者並不普遍，葉片受感染的情形亦罕見，迄今僅知位於台東市郊的二處果園，於1989年12月至1990年1月間曾較普遍地發生。本菌生長最適溫24～28℃，當溫度超過33℃時即不生長，台東地區於7～9月間正值夏果盛期，而此段期間溫度偏高，10月至翌年1月則爲冬果盛期，此時溫度較低，雨水亦不多，該菌猖獗成災的機會不大，3～6月正值大修剪後，番荔枝大多未著果，因此推斷由*P. citrophthora*引起的果實疫病在目前的栽培制度下，於台東地區應不致釀成巨災。*P. nicotianae*屬於嗜高溫菌，於7～9月間，尤其是颱風過後，應有可能較普遍發生，本年度調查中雖於夏果上未曾發現該菌，但爾後值得進一步追蹤調查。至於其它以人工接種可以致病的 *Phytophthora* 或該屬其它種類，在田間是否存在，本省其它地區疫病菌危害番荔枝情形如何，也待進一步探討。

*P. citrophthora*引起的病害，在本省經記錄者僅柑桔褐腐病及草莓果腐病[3,13,15]，不過其分佈卻相當廣泛，幾乎遍及全省，自柑桔根部及桔園土壤中常可分到該菌[6]，台東地區爲本省柑桔重要產區，感染番荔枝的菌源最初可能來自柑桔園，而果農在剪除病果後，通常將其棄置果園，病菌可能以厚膜胞子殘存，而成爲下一季發生的主要感染源。本研究中發現的*P. nicotianae* 即原稱的 *P. parasitica*[13]，其寄主極爲廣泛，在本省經記錄者約33種，自土壤中也常可分到該菌，其主要分佈於本省中部以南地區[3,13,15]，在台東地區普遍種植的荖花(*Piper betle* L.)、柑桔、百香果均爲其寄主，因此其對番荔枝夏果的威脅反倒更值得注意。

P. citrophthora 爲異絲型（heterothallic）疫病菌，本省以往發現的菌株都屬於A^1配對型[6,13,15]，本研究中供試的三個菌株經測試，結果亦同，是否該菌在本省眞無A^2型存在，值得擴大採樣證實。本菌的有性繁殖以往不爲人知，Savage氏等[19]於1968年首先報告本菌形成的藏卵器、藏精器及卵胞子，本研究中供試的菌株經與 *P. parasitica* 的相對型菌株配對後也會產生有性繁殖器官，但數量極少，僅見的一組藏卵器及藏精器，除藏卵器體形較其報告者爲小外，其它特性均相似。

作物疫病防治除抗病育種外，首重田間管理，*Phytophthora* 引起的番荔枝果實黑變病，目前僅零星發生於部分果園，由於現行的栽培制度不利於該病發生，果農如能注意清除病果、加強果園通風，並採用草生栽培，則本病應不至於造成重大危害。施用殺菌劑也是防治疫病的可行方法，本研究中供試的多種殺菌劑中，以鋅錳滅達樂對 *P. citrophthora*的防治效果最優，與其同類的銅滅達樂次之，該類藥劑近幾年來廣泛被應用於防治屬於卵菌綱（Oomycetes）的眞菌，效果頗爲突出，但有關病菌出現抗藥性的報告也隨之出現[1,3,10,18]，因此，在必要時，有節制地施用該類藥劑，不失爲理想的配合防治措施。普拔克及福賽得爲近幾年來新興的疫

病防治藥劑，其中普拔克及福賽得在生體外（*in vitro*）對疫病菌並無抑制能力，而須進入植物體內後，經代謝轉換才能表現殺菌效果，因此，該類藥劑通常須提早施用方能收效[5,18]，本研究中該兩藥劑防病效果不如理想，可能是藥劑處理與接種時間相隔太短所致。

謝　辭

本研究承安寶貞博士指導、贈予供試菌株，並協助鑑定，高淸文博士提供寶貴意見，謹致謝忱。

引用文獻

1. 呂理燊、高淸文 1981 *Phytophthora capsici* 引起的甜椒及辣椒之疫病。植保會刊 23:59-66。
2. 林國榮 1986 番荔枝近緣種的應用。科學農業 34:159-163。
3. 張和喜 1983 台灣作物疫病概況。植保會刊 25:231-237。
4. 黃德昌、呂麗華、李惠鈴 1990 番荔枝果實黑變病病原研究初報。植保會刊 32:15（論文摘要）。
5. 台灣省政府農林廳 1990 植物保護手冊。P.351。
6. Ann, P. J. 1984. Species, mating types and pathogenicity of *Phytophthora* distributed in citrus orchard in Taiwan. Trans. Br. Mycol. Soc. 82:631-634.
7. Ann, P. J., and Ko, W. H. 1988. Induction of oospore germination of *Phytophthora parasitica.* Phytopathology 78:335-338.
8. Brown, B. I., Scott, K. J., and Mayer, D. G. 1984. Control of ripe fruit rots of guava, lychee, and custard apple by postharvest prochloraz dips. Singapore J. Pri. Ind. 12:40-49.
9. Chauhan, S., and Tiwari, V. 1987. A new fruit rot disease of *Annona squamosa* L. Ind. J. Mycol. & P1. Pathol. 16:338-339.
10. Cohen, Y., and Coffey, M. D. 1986. Systemic fungicides and the control of Oomycetes. Annu. Rev. Phytopathol. 24: 311-338.
11. Dhingra, R., Mehrotra, R. S., and Aneja, K. R. 1980. A new postharvest disease of *Annona squamosa* L. Current Science (India) 49:477-478.
12. George, A. P., Nissen, R. J., and Brown, B. I. 1987. The custard apple. Queensl. Agric. J. 12:287-296.
13. Ho, H. H. 1990. Taiwan *Phytophthora*. Bot. Bull. Academia Sinica (Taiwan) 31:89-106.
14. Hutton, D. G., and Sanewski, G. M. 1988. *Cylindrocladium* leaf and fruit spot of custard apple in Queensland. Aust. P1. Pathol. 18:15-16.
15. Kao, C. W., and Leu, L. S. 1979. Strawberry fruit rot caused by *Phytophthora cactorum* and *P. citrophthora.* Plant Prot. Bull. (Taiwan) 21:239-243.
16. Ko, W. H. 1978. Heterothallic *Phytophthora*: evidence for hormonal regulation of sexual reproduction. J. Gen. Micro. 107:15-18.
17. Purss. G. S. 1953. The fruit rots of custard apple. Queensl. Dep. Agric. Stock Bull. No. 75.
18. Quimette, D. G., and Coffey, M. D. 1989. Comparative antifungal activity of four phosphonate compounds against isolates of nine *Phytophthora* species. Phytopathology 79:761-767.
19. Savage, E. J., Clayton, C. W., Hunter, J. H., Brenneman, J. A., Laviola, C., and Gallegly, M. E. 1968. Homothallism, heterothallism and interspecific hybridization in the genus *Phytophthora.* Phytopathology 58:1004-1021.
20. Siddaramaiah, A. L., Kulkarni, S., Haralappa, H. S., and Hegde, R. K. 1981. A new fruit rot disease of *Annona squamosa* L. from India. Current Science (India) 50:1001-1002.

21.Waterhouse, G. M. 1963. Key to the species of *Phytophthora* De Bary. C.A.B. Mycological Papers, No. 92.

22.Waterhouse, G. M. 1970. The genus *Phytophthora* De Bary. C.A.B. Mycologia Papers, No. 122.

ABSTRACT

Huang, T. C., Leu L. H. and Lee, H. L. 1991. **Phytophthora fruit rot of *Annona squamosa* L. caused by *Phytophthora citrophthora* and *P. nicotianae*.** Plant Prot. Bull. 33:103-112. (Department of Crop Environment, Taitung Distrist Agricultural Improvement Station, Taitung, Taiwan, R.O.C.)

Phytophthora fruit rot of sugar apple (*Annona squamosa* L.) caused by *Phytophthora citrophthora* and *P. nicotianae* was first found in January and October 1990, respectively. The infected fruits develop purplish black or brownish black discolored areas on surface at first, followed by discoloration of interior tissues to light brown or dark brown, then become completely black and mummified in 5 to 6 days. The cardinal temperatures for mycelial growth of *P. citrophthora* were 10, 26 and 33℃ . Its sporangia are non-deciduous papillate, ovoid to lemon shape, with average size of $45.5 \times 30\,\mu m$, but often become distorted. It is heterothallic and all of isolates tested belong to A^1 type. The lowest concentration for its zoospores to infect non-wound fruits lay between $3.3\text{-}8.8 \times 10^2$spores/0.2 ml. The disease usually occurred sporadically during October to January of next year. *P. nicotianae* from diseased fruit is characterized by its broadly ovoid papillate sporangia, with average size of $37 \times 30\,\mu m$. The lowest and highest temperatures for its mycelial growth were about 10℃ and over 37℃ , respectively. Its frequency of being isolated from diseased fruits was less than that of *P. citrophthora*. 58% Ridomil-MZ WP at the rate of 2.5 g/l and 76.5% Ridomil-Cupnait WP at the rate of 1 g/l were found to be significantly effective on the prevention of fruits from the infection of *P. citrophthora*. However, all fungicides applied after infection failed to inhibit the development of the lesion.

(Key words: sugar apple, fruit disease, *Phytophthora citrophthora, Phytophthora nicotianae*)